

(6) 103 18 566.6-57



⑮ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Patentschrift**
⑩ **DE 197 08 776 C 1**

⑤① Int. Cl.⁶:
G 02 B 1/11

⑳ Aktenzeichen: 197 08 776.0-51
㉔ Anmeldetag: 4. 3. 97
④③ Offenlegungstag: -
④⑤ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 18. 6. 98

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der
angewandten Forschung e.V., 80636 München, DE

⑦④ Vertreter:
Münich . Rösler Anwaltskanzlei, 80689 München

⑦② Erfinder:
Gombert, Andreas, Dipl.-Ing., 79106 Freiburg, DE;
Lerchenmüller, Hansjörg, 77791 Berghaupten, DE

⑤⑤ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE 38 31 503 C2
DE-OS 24 22 298

⑤④ Entspiegelungsschicht sowie Verfahren zur Herstellung derselben

⑤⑦ Beschrieben wird eine Entspiegelungsschicht mit einer
aus einem optisch transparenten Material bestehenden
Trägerschicht, die wenigstens auf einer Oberflächenseite
antireflektierende Eigenschaften hinsichtlich der auf die
Oberflächen einfallenden Strahlungswellenlängen auf-
weist. Ferner werden Verfahren zur Herstellung der
Schicht beschrieben.
Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, daß die antire-
flektierende Oberflächenseite eine Oberflächenrauigkeit
mit stochastisch verteilten Strukturen - den sogenannten
Makrostrukturen - aufweist und daß die Makrostrukturen
mit Oberflächenstrukturen periodischer Abfolge zusätz-
lich moduliert sind - den sogenannten Mikrostrukturen -,
die Periodenlängen aufweisen, die kleiner als die Wellen-
längen der auf die antireflektierende Oberfläche einfallen-
den Strahlung sind.

DE 197 08 776 C 1

DE 197 08 776 C 1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Entspiegelungsschicht mit einer aus einem optisch transparenten Material bestehenden Trägerschicht, die wenigstens auf einer Oberflächenseite antireflektierende Eigenschaften hinsichtlich der auf die Oberfläche einfallenden Strahlungswellenlängen aufweist. Überdies werden erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung der Entspiegelungsschicht angegeben.

An den Grenzflächen transparenter Medien, wie beispielsweise Glas- oder Kunststoffscheiben, die vorzugsweise für Fenster-, Bildschirm- oder Instrumentanzeigeflächen verwendet werden, wird stets ein Teil des auf die Grenzflächen einfallenden Lichtes reflektiert, also in den Raum zurückgespiegelt. Durch die auf der Grenzfläche der transparenten Medien auftretenden Reflexerscheinungen werden die Durchsichteigenschaften sowie das Ablesevermögen bei Bildschirmen oder Anzeigen erheblich beeinträchtigt. Zur Verbesserung der Durchsichteigenschaften beziehungsweise des Ablesevermögens von Bildschirmen ganz allgemeiner Art sind Entspiegelungsmaßnahmen bekannt, die verschiedenartigen Einfluß auf die Reflexionseigenschaften an den Grenzflächen nehmen.

So können spiegelnde Oberflächen unter anderem dadurch entspiegelt werden, daß die Oberfläche mit einer geeigneten Rauigkeit versehen wird. Zwar wird durch das Aufrauen der Grenzflächenoberfläche derselbe Anteil des einfallenden Lichtes in den Raum zurückreflektiert, jedoch werden parallel auf die Oberfläche einfallende Lichtstrahlen durch die Oberflächenrauigkeit in verschiedene Richtungen zurückreflektiert. Auf diese Weise werden klare Spiegelbilder vermieden, das heißt Lichtquellen, die normalerweise mit scharfen Kanten abgebildet an der Grenzfläche reflektiert würden, führen lediglich zu einer recht homogenen Aufhellung der aufgerauten Grenzfläche. Auf diese Weise werden starke Leuchtdichteunterschiede vermieden und die Reflexe werden weit weniger störend empfunden.

Diese Art der Entspiegelung wird erfolgreich beispielsweise bei Displays mit der Bezeichnung Antiglare-Schicht eingesetzt. Ein wesentlicher Vorteil dieser Entspiegelungstechnik liegt in der Abformbarkeit der Strukturen durch preisgünstige Prägeprozesse. Nachteilhaft bei dieser Art der Entspiegelung ist jedoch, daß die hemisphärische Reflexion, d. h. die Summe aus spiegelnder und diffuser Reflexion in den gesamten rückwärtigen Raumbereich, im günstigsten Fall nicht erhöht wird, wodurch die Untergrundhelligkeit derartig präparierter Glasoberflächen von Bildschirmen relativ hoch ist. Dies führt nicht zuletzt zu einer erheblichen Reduzierung des Kontrastes eines hinter einer solchen Antiglare-Schicht vorhandenen Bildes bzw. Anzeige.

Eine weitere Möglichkeit optische Flächen zu entspiegeln, besteht durch das Aufbringen geeigneter Interferenzschichten. Dabei wird die zu entspiegelnde Oberfläche mit einer oder mehreren dünnen Schichten mit geeignetem Brechungsindex und geeigneter Dicke beschichtet. Die Interferenzschichtstruktur ist dabei derart ausgebildet, daß in geeigneten Wellenlängenbereichen destruktive Interferenzerscheinungen im reflektierten Strahlungsfeld auftreten, wodurch beispielsweise Reflexe von Lichtquellen in ihrer Helligkeit stark reduziert werden. Jedoch verbleibt ihre Abbildung im reflektierten Strahlengang, im Unterschied zu der vorstehend genannten Antiglare-Schicht, scharf. Selbst bei einer visuellen Restreflexion $< 0,4\%$ wirken die scharfen Spiegelbilder bisweilen störender als die relativ hohe Helligkeit von Antiglare-Oberflächen. Das Kontrastverhältnis ist gut. Für die meisten Bildschirme und weiteren Anwendungen sind jedoch Interferenzschichten in der Herstellung zu teuer.

Eine dritte Alternative zur Entspiegelung optischer Flächen besteht im Einbringen sogenannter Subwellenlängengitter, die auf der Grenzfläche eines optisch transparenten Mediums zu einem Brechzahlgradienten führt, wodurch eine optische Wirkung gleichsam der von Interferenzschichten erzeugt wird. Ein solcher Brechungsindexgradient wird durch Oberflächenstrukturen realisiert, sofern die Strukturen kleiner als die Wellenlängen des einfallenden Lichtes sind. Hierfür eignen sich günstigerweise die Herstellung periodischer Strukturen mittels holographischer Belichtung in einer Photoresistschicht, die auf der Oberfläche eines transparenten Mediums aufgebracht ist.

Beispiele derartiger Subwellenlängengitter sind den Druckschriften DE 38 31 503 C2 und DE 2 422 298 A1 entnehmbar.

Derartige Subwellenlängen-Oberflächengitter mit Perioden von 200 bis 300 nm eignen sich für die breitbandige Reflexionsminderung. Derartige Oberflächen, die auch unter dem Begriff "moth-eye-antireflection-surfaces" bekannt sind, sind in einem Artikel von M. C. Hutley, S. J. Willson, "The Optical Properties of Moth-Eye-Antireflection-Surfaces", OPTICA ACTA, 1982, Vol. 29, Nr. 7, Seite 993-1009, ausführlich beschrieben. Zwar besteht der große Vorteil derartiger "Mottenaugen-Schichten" in der mittels Prägeprozessen preisgünstig zu vervielfältigenden Herstellungsweise, gleichsam der von Antiglare-Strukturen, doch ist die großflächige Herstellung derartiger Strukturen sehr schwierig, aufgrund der nur sehr engen optischen Toleranzbereiche hinsichtlich der Varianz von Strukturformen und einem sehr hohen Aspektverhältnis, d. h. sehr hohem Verhältnis aus Strukturhöhe und Periode der Strukturen, durch die sich verfälschende Farbeffekte einstellen können. Überdies bilden sich an derartigen Oberflächenvergütungen die Bilder von Lichtquellen ebenso scharf im reflektierten Bild ab, wie es bei Interferenzschichten der Fall ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Entspiegelungsschicht mit einer aus einem optisch transparenten Material bestehenden Trägerschicht, die wenigstens auf einer Oberflächenseite antireflektierende Eigenschaften hinsichtlich der auf die Oberfläche einfallenden Strahlungswellenlängen aufweist, derart weiterzubilden, daß insbesondere beim Einsatz bei Bildschirmoberflächen das Kontrastverhältnis im wesentlichen nicht durch das Reflexionsverhalten an der optischen Grenzfläche beeinträchtigt wird. Diskrete Reflexionsbilder, wie sie bei Interferenzschichten und Reflexionen an Subwellenlängengittern auftreten, sollen vermieden werden. Die erfindungsgemäße Entspiegelungsschicht soll insbesondere hemisphärische Reflexionseigenschaften aufweisen, die im Reflexionsgrad weit unter denen von normalen Antiglare-Schichten liegen. Überdies soll ein Verfahren zur Herstellung der erfindungsgemäßen Entspiegelungsschicht angegeben werden, mit dem auch großflächige Entspiegelungsschichten herstellbar sind, bei trotz geringen Herstellkosten.

Die Lösung der der Erfindung zugrundeliegenden Aufgabe ist im Anspruch 1 angegeben. Anspruch 7 richtet sich auf ein erfindungsgemäßes Herstellverfahren. Die abhängigen Ansprüche enthalten die jeweiligen Erfindungsgedanken vorteilhaft ausbildende Merkmale.

Erfindungsgemäß ist eine Entspiegelungsschicht mit einer aus einem optisch transparenten Material bestehenden Trägerschicht, die wenigstens auf einer Oberflächenseite antireflektierende Eigenschaften hinsichtlich der auf die Oberfläche einfallenden Strahlungswellenlängen aufweist, derart ausgebildet, daß die antireflektierende Oberflächenseite eine Oberflächenrauigkeit mit stochastisch verteilten Strukturen – den sogenannten Makrostrukturen – aufweist, und, daß die Makrostrukturen mit Oberflächenstrukturen periodischer

Abfolge zusätzlich moduliert sind – den sogenannten Mikrostrukturen –, die Periodenlängen aufweisen, die kleiner als die Wellenlängen der auf die antireflektierende Oberfläche einfallende Strahlung sind.

Der Erfindung liegt die Idee zugrunde, die Vorteile der Reflexionseigenschaften der vorstehend beschriebenen, bekannten Antiglare-Schichten mit denen von Subwellenlängengittern zu vereinen. Durch die Überlagerung von Makro- und Mikrostrukturen auf ein und derselben optischen Oberfläche werden zum einen diskrete Reflexionsbilder aufgrund der Makrostrukturen verhindert, und zum anderen der Anteil durch hemisphärische Reflexion an der Oberfläche durch die Mikrostrukturen drastisch verringert. Insbesondere im Einsatz auf Monitordisplayoberflächen bewirkt die erfindungsgemäße Entspiegelungsschicht eine erhebliche Erhöhung der Kontrastverhältnisse, eine weitgehende Zerstörung von Spiegelbildreflexen und eine entscheidende Reduzierung von hemisphärischer und spiegelnder Reflexion.

Durch die erfindungsgemäße Überlagerung von Makro- und Mikrostrukturen ist auch eine großflächige Herstellung der erfindungsgemäßen Spiegelschicht im Unterschied zu den an sich bekannten "Mottenaugen-Strukturen" möglich, zumal die bei größeren Flächen, die nur mit Mottenaugen-Strukturen versehen sind, auftretende Fleckigkeit durch die Makrostruktur und die damit einhergehende diffuse Oberflächenbeschaffenheit regelrecht wegkaschiert, d. h. optisch in den Hintergrund gedrängt wird.

Um den gewünschten Effekt der diffusen Reflexion durch die Makrostrukturen zu erreichen, sind statistisch auf die Oberfläche der Entspiegelungsschicht aufzubringende Strukturen mit einer durchschnittlichen Strukturgröße, typischerweise in der Größenordnung des 10–100fachen der Wellenlänge der auf die Oberfläche einfallenden Strahlung. Durch die rein statistische Verteilung der Makrostrukturen erhält die Entspiegelungsschicht eine Oberflächenrauheit, durch die an der Oberfläche auftreffende Strahlung vollständig diffus reflektiert wird. Um die Nachteile der vorstehend beschriebenen, nicht verringerten hemisphärischen Reflexion zu vermeiden, gelangen die diffus reflektierten Strahlungsanteile, bedingt durch die zusätzlich an der Oberfläche vorgesehenen Mikrostrukturierung, die eine typische Periodenlänge von kleiner als 250 nm und eine typische Strukturgröße von größer als 100 nm aufweist, gleichsam der Reflexion an Interferenzschichten in destruktive Interferenz. Aufgrund der destruktiven Interferenzerscheinungen werden die hemisphärischen Reflexionseigenschaften der erfindungsgemäßen Entspiegelungsschicht erheblich verbessert, wodurch sich insbesondere im Einsatz von Bildschirmoberflächen bzw. Instrumentendisplays verbesserte Kontrastverhältnisse ergeben. Auch eignet sich der Einsatz der erfindungsgemäßen Entspiegelungsschicht insbesondere für solare Anwendungen, wie beispielsweise die Verglasung von Solarzellen oder ähnlichen, photovoltaisch arbeitenden Systemen.

Durch die bevorzugte Ausführungsform der Entspiegelungsschicht auf einer Trägerfolie, die beispielsweise einseitig klebend ausgebildet sein kann, kann die Schicht auf die unterschiedlichsten optischen Systeme vielseitig angebracht werden. Insbesondere eignet sich die Entspiegelungsschicht für Flüssigkristallanzeigen und -bildschirme, bei denen die Schicht zusammen mit dem Polarisator in einer einzigen Folie kombiniert werden kann. Reflexionsmessungen haben ergeben, daß es mit Hilfe der erfindungsgemäßen Entspiegelungsschicht möglich ist, sowohl die direkte als auch die hemisphärische Reflexion visuell auf deutlich unter 1% zu verringern.

Neben der Verwendung von Folien als transparente Trägerschicht, kann die erfindungsgemäße Entspiegelungs-

schicht auch direkt auf Glassubstrate aufgebracht werden, die beispielsweise als Displayoberfläche eines Monitors oder einer sonstigen Instrumentenanzeige dienen.

Ferner ist erfindungsgemäß ein Verfahren zur Herstellung einer Entspiegelungsschicht mit einer, aus einem optisch transparenten Material bestehenden Trägerschicht, die wenigstens auf einer Oberflächenseite antireflektierende Eigenschaften hinsichtlich der auf die Oberfläche einfallenden Strahlungswellenlängen aufweist, derart ausgebildet, daß sich das Verfahren aus der Kombination folgender Verfahrensschritte zusammensetzt:

In einem ersten Schritt wird wenigstens eine Oberfläche eines flächigen Substrats mit einer stochastisch verteilten Oberflächenstruktur, den sogenannten Makrostrukturen versehen.

Das Aufbringen von Makrostrukturen erfolgt entweder auf mechanischem, chemischem Weg oder mit Hilfe einer Photoresistschicht, die entsprechend belichtet wird, Alternativ kann auch die Substratoberfläche mit einer Beschichtung überzogen werden, die eine Oberflächenrauigkeit in der gewünschten Weise aufweist oder bildet.

Ferner wird auf die vorstehend vorbehandelte Substratoberfläche, falls auf ihr noch keine Photoresistschicht aufgebracht worden ist, eine Photoresistschicht aufgetragen, die mit einem Interferenzmuster durch Überlagerung zweier kohärenter Wellenfelder belichtet wird, so daß Oberflächenstrukturen mit periodischer Abfolge, den sogenannten Mikrostrukturen entstehen. Die derart belichtete Photoresistschicht wird nachfolgend entwickelt. Im weiteren wird die Makro- und Mikrostrukturen aufweisende Substratoberfläche auf eine Prägematrix abgeformt, mittels der die aus einem optisch transparenten Material bestehende Trägerschicht im Rahmen eines Prägeprozesses strukturiert wird.

Die Herstellung der Makrostruktur auf einer Substratoberfläche kann auf mechanischem Wege vorzugsweise mittels Sandstrahlen, Glasperlstrahlen oder durch Lappen, d. h. mittels Schleifverfahren, die zur gewünschten Oberflächenaufrauhung führen, erfolgen.

Neben der mechanischen Aufrauhung bieten beispielsweise naßchemische Ätzverfahren alternative Wege, die die Substratoberfläche mit der gewünschten Rauigkeit zu versehen. Auch können Schichtablagerungen auf die Substratoberfläche, die die gewünschten Oberflächenrauigkeiten aufweisen, zu den Makrostrukturen führen.

Neben der direkten Behandlung der Substratoberfläche sieht das Aufbringen einer Photoresistschicht auf die Substratoberfläche eine weitere, alternative Herstellungsweise für die Makrostruktur vor. Die Dicke der aufzutragenden Photoresistschicht muß dabei größer gewählt werden als die erzielbare Strukturgröße, die man in Überlagerung der Makrostrukturen und Mikrostrukturen erhält. So ist es zum einen möglich, durch inkohärente oder kohärente Belichtung der Photoresistschicht unter Verwendung von Grauwertmasken eine stochastische Strukturverteilung auf der Photoresistschicht zu erhalten. Alternativ oder in Ergänzung zu der vorstehenden Belichtungsvariante können auch Specklemuster in die Photoresistschicht einbelichtet werden. Hierzu eignen sich Diffusor-Glasscheiben, die mit kohärentem Licht bestrahlt werden. Die auf diese Weise vorbelichtete Photoresistschicht kann in diesem Stadium entwickelt werden, wodurch sich auf der Photoresistschicht, die wie gesagt genügend dick ausgebildet ist, ein stochastisch verteiltes Höhenprofil, die sogenannte Makrostruktur, ergibt.

Ebenso kann auch die vorstehend belichtete Photoresistschicht ohne Zwischenentwicklung einem weiteren Belichtungsschritt ausgesetzt werden, durch den die Mikrostrukturierung in die Oberfläche einbelichtet wird. Unter Zuhilfenahme zweier in Überlagerung gebrachter, kohärenter Wel-

lenfelder wird die vorbelichtete, und gegebenenfalls entsprechend vorbehandelte Photoresistschicht mit dem sich aus der Überlagerung ergebenden Interferenzmuster belichtet, so daß sich auf der stochastisch verteilten Oberflächenstruktur eine periodische Abfolge sogenannter Mikrostrukturen bilden.

Gleichsam dem aus der Übertragungstechnik elektromagnetischer Wellen bekannten Prinzip der modulierten Trägerfrequenz, wird mit der vorstehend beschriebenen Verfahrensweise auf die Makrostruktur eine Mikrostruktur aufmoduliert. Ein nachgeschalteter Entwicklungsprozeß legt, sofern der Entwicklungsschritt zur räumlichen Erzeugung der Makrostruktur noch nicht durchgeführt worden ist, die gesamte Makro- und Mikrostruktur auf der Photoresistschicht räumlich frei.

Die auf diese Weise erhaltene Oberflächenstruktur wird in einem nachfolgenden, vorzugsweise galvanischen Abformvorgang auf einen typischerweise aus Nickel bestehenden Metallmaster übertragen. Der Metallmaster oder Kopien des Metallmasters dienen als Prägestempel für anschließende Prägeprozesse. Bei diesen anschließenden Prägeprozessen werden die erfindungsgemäßen Oberflächenstrukturen beispielsweise durch thermoplastische Formgebung oder durch UV-Aushärtung auf Trägerschichten übertragen, die typischerweise als Folien ausgebildet sind. Neben Folien bieten sich auch organische oder anorganische Beschichtungen oder auch feste Polymere an.

Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung exemplarisch beschrieben, auf die im übrigen bezüglich der Offenbarung aller im Text nicht näher erläuterten erfindungsgemäßen Einzelheiten ausdrücklich verwiesen wird. Es zeigen:

Fig. 1 die schematisierte Darstellung der erfindungsgemäßen Oberflächenstruktur sowie

Fig. 2 Diagrammdarstellung zur hemisphärischen Reflexion einer nach dem erfindungsgemäßen Verfahren entspiegelten Grenzfläche Substrat-Luft.

Aus Fig. 1 ist in bloßer schematischer Darstellung ein typisches Oberflächenprofil in Querschnittsdarstellung der erfindungsgemäßen Entsiegelungsschicht dargestellt. Die Makrostruktur unterliegt einer stochastischen, das heißt ungleichförmigen Verteilung und entspricht in Analogie zur Übertragungstechnik elektromagnetischer Wellen der Form einer Trägerwelle, die der in Fig. 1 dargestellten Oberflächenstruktur unterlegt werden kann. Auf die Trägerwelle, respektive auf die Makrostruktur ist die Mikrostrukturierung quasi aufmoduliert.

In Fig. 2 ist eine Diagrammdarstellung zu entnehmen, die einer Messung entspricht, bei der die Reflexionseigenschaften eines optisch transparenten Mediums mit einem Brechungsindex von 1,6 vermessen worden sind. Deutlich ist zu erkennen, daß die hemisphärische Reflexion über den gesamten sichtbaren Wellenlängenbereich sowie in den angrenzenden Infrarotbereich deutlich unter 2% liegt. Vergleichsmessungen mit bloßen Antiglare-Entspiegelungsschichten haben gezeigt, daß diese um Größenordnungen über den gemessenen, in der Fig. 2 dargestellten Werten liegen.

Patentansprüche

1. Entsiegelungsschicht mit einer aus einem optisch transparenten Material bestehenden Trägerschicht, die wenigstens auf einer Oberflächenseite antireflektierende Eigenschaften hinsichtlich der auf die Oberfläche einfallenden Strahlungswellenlängen aufweist, da-

durch gekennzeichnet, daß die antireflektierende Oberflächenseite eine Oberflächenrauigkeit mit stochastisch verteilten Strukturen – den sogenannten Makrostrukturen – aufweist und, daß die Makrostrukturen mit Oberflächenstrukturen periodischer Abfolge – den sogenannten Mikrostrukturen – zusätzlich moduliert sind, die Periodenlängen aufweisen, die kleiner als die Wellenlängen der auf die antireflektierende Oberfläche einfallende Strahlung sind.

2. Entsiegelungsschicht nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Makrostrukturen eine durchschnittliche Strukturgröße in der Größenordnung des 10 bis 100-fachen der Wellenlänge der Strahlung beträgt.

3. Entsiegelungsschicht nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Trägerschicht als Folie ausgebildet ist.

4. Entsiegelungsschicht nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Folie einseitig klebend ausgebildet ist.

5. Entsiegelungsschicht nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Periodenlänge der Mikrostrukturen kleiner als 250 nm ist.

6. Entsiegelungsschicht nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Strukturgröße der Mikrostrukturen größer als 100 nm beträgt.

7. Verfahren zur Herstellung einer Entsiegelungsschicht mit einer, aus einem optisch transparenten Material bestehenden Trägerschicht, die wenigstens auf einer Oberflächenseite antireflektierende Eigenschaften hinsichtlich der auf die Oberfläche einfallenden Strahlungswellenlängen aufweist, gekennzeichnet durch die Kombination folgender Verfahrensschritte:

- eine Oberfläche eines flächigen Substrats wird
 - auf mechanischem oder chemischem Weg derart aufgeraut, oder
 - mit einer Photoresistschicht überzogen, die derart belichtet wird, oder
 - mit einer Beschichtung versehen, die eine Oberflächenrauigkeit bildet oder aufweist,

daß stochastisch verteilte Strukturen – sogenannte Makrostrukturen – entstehen,

- auf die Oberfläche des flächigen Substrates wird, falls noch nicht vorhanden, eine Photoresistschicht aufgebracht, die mit einem Interferenzmuster durch Überlagerung zweier kohärenter Wellenfelder belichtet wird, so daß Oberflächenstrukturen mit periodischer Abfolge – sogenannte Mikrostrukturen – entstehen,

- die belichtete Photoresistschicht wird entwickelt, und

- die Makro- und Mikrostrukturen aufweisende Substratoberfläche wird auf eine Prägematrix abgeformt, mittels der die aus einem optisch transparenten Material bestehende Trägerschicht im Rahmen eines Prägeprozesses strukturiert wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der mechanische Weg der Oberflächenaufräuhung mittels Sandstrahlen oder Glasperlstrahlen erfolgt.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberflächenaufräuhung durch Lappen bzw. Schiefen der Oberfläche erfolgt.

10. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der chemische Weg der Oberflächenaufräuhung mittels naßchemischen Ätzens erfolgt.

11. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß eine Sol-Gel-Schicht auf die Oberfläche auf-

gebracht wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Verfahrensschritte nach den Ansprüchen 7 bis 10 in beliebiger Weise kombiniert werden.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß zur Herstellung der Makrostruktur die mit einer Photoresistschicht überzogene Oberfläche des flächigen Substrats mittels einer Grauwertverteilung aufweisenden Maske belichtet wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß zur Herstellung der Makrostruktur die mit einer Photoresistschicht überzogene Oberfläche des flächigen Substrats mit einem Specklemuster, das eine stochastische Intensitätsverteilung enthält, belichtet wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Specklemuster mittels Durchstrahlung einer Diffusor-Glasscheibe mit kohärentem Licht erzeugt wird.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß das Abformen der die Makro- und Mikrostrukturen aufweisenden Substratoberfläche auf die Prägematrix mittels Galvanoformung erfolgt.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Prägeprozeß mittels thermoplastischen Prägens oder Prägens mit Strahlungshärtung, insbesondere UV-Aushärtung erfolgt.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Prägeprozeß der die Makro- und Mikrostrukturen aufweisenden Substratoberfläche auf die Prägematrix mittels Spritzgußverfahren erfolgt.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

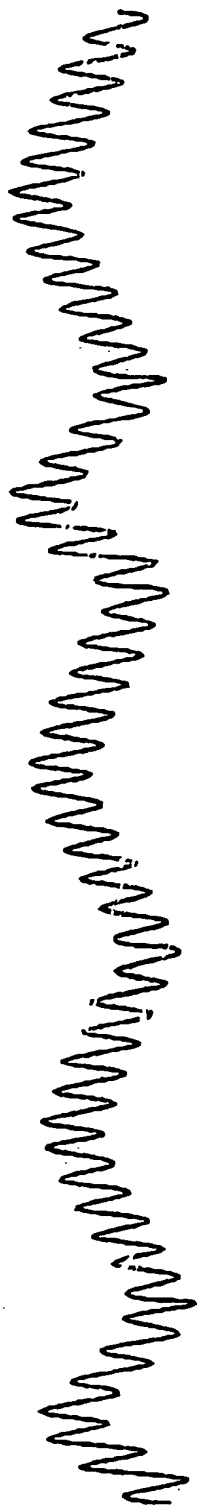
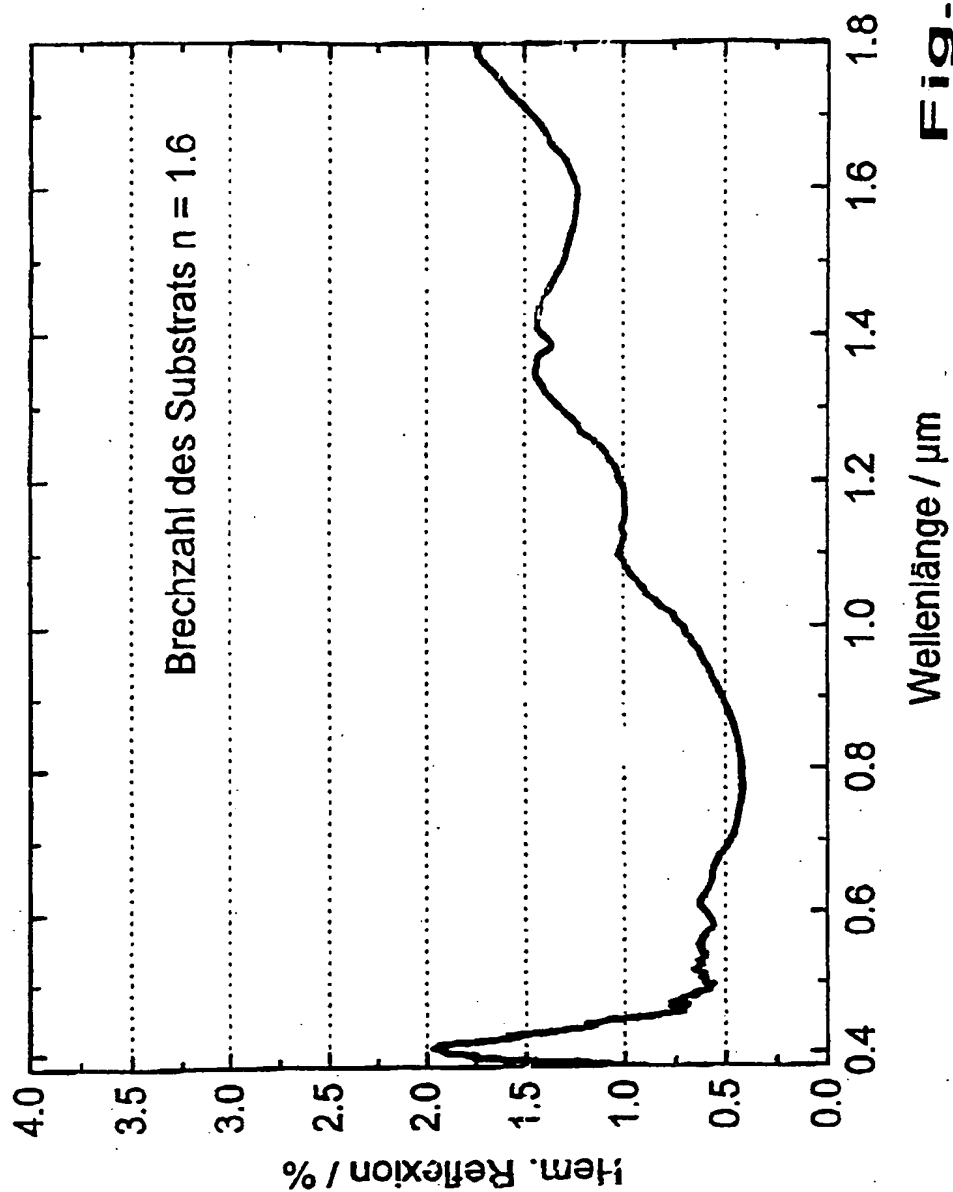


Fig- 1

Hemisphärische Reflexion einer nach dem beschriebenen Verfahren entspiegelten Grenzfläche Substrat - Luft

**Fig- 2**